

Pflanzen

Bestimmung der Kocheigenschaften von Kartoffeln im Handel

Christian Ochsenbein¹, Thomas Hoffmann² und Andreas Keiser¹

¹Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, CH-3052 Zollikofen

²Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., D-14469 Potsdam

Auskünfte: Christian Ochsenbein, E-Mail: christian.ochsenbein@shl.bfh.ch, Tel. +41 31 910 21 11

Zusammenfassung

Mit Hilfe eines Farbleitsystems werden Speisekartoffeln zunehmend nach ihren Kocheigenschaften (Kochtyp) deklariert und verkauft. Der Handel stützt sich dabei auf einen sortentypischen Kochtyp. Warenpartien, welche aufgrund von Umwelteinflüssen davon abweichen, führen zu Kundenunzufriedenheit. In einem dreijährigen Projekt, untersuchten wir den Einfluss der Sorte, der Knollendichte (d.h. Stärkegehalt) und der Herkunft auf die Kochqualität von Kartoffeln und entwickelten Möglichkeiten zur Einschätzung einzelner Warenpartien. Das Projekt wurde durch die Förderorganisation für Innovation des Bundes (KTI) und swisspatat unterstützt. Knollen von fünf Sorten und 65 Parzellen wurden aufgrund ihrer Dichte in 192 Fraktionen eingeteilt und sensorisch sowie gerätetechnisch geprüft.

Die Kocheigenschaften variierten mit der Dichte sowohl zwischen als auch innerhalb von Parzellen deutlich. Sie wurden im Wesentlichen durch die beiden Faktoren Sorte und Knollendichte bestimmt. Die Ergebnisse deuten zudem darauf hin, dass mit einer Kombination der Dichtebestimmung und einer visuellen Bonitur des Zerkochens wichtige Kocheigenschaften auch ohne Vorkenntnisse zur Sorte eingeschätzt werden können. Die Erkenntnisse tragen dazu bei, die Verwertung der Kartoffelpartien weiter zu optimieren.

er in vielen Ländern Europas angewendet wird, umschreibt Textureigenschaften am gekochten Knollenfleisch. Dazu gehören die Mehligkeit, die Feuchtigkeit, das Zerkochen, die Konsistenz (Weichheit) und die Struktur des Korns (Winiger und Ludwig 1974). Die Ausprägung dieser Merkmale führen zu einem Kochtyp zwischen A (nicht mehlig, feucht, ganz bleibend, fest und feinkörnig) und D (stark mehlig, trocken, zerkochend, weich und grobkörnig).

Der Kochtyp ist nicht nur abhängig von der Sorte, sondern auch

Der Kochtyp gehört zu den wichtigsten Qualitätseigenschaften von Speisekartoffeln. Der Konsument, die Konsumentin verlässt sich je länger je mehr auf die Angaben zum Kochtyp auf der Packung. In der Branche stellt man fest, dass die Kenntnisse der Konsumenten zu den Sorten abnehmen. Überdies nimmt der Wechsel der Sorten im Angebot zu. Mit der Einführung des Farbleitsystems im Jahr 2000 hat man dieser Entwicklung Rechnung getragen und den Kochtyp mit einheitlicher Beutelfarbe und entsprechender Aufschrift mehr Gewicht gegeben. Seither stehen in grossen Verkaufskanälen verschiedene Kochtypen (festkochend, mehligkochend) nebeneinander im Angebot.

Die Angaben zum Kochtyp basieren heute auf den im Rahmen von Sortenprüfungen gemachten Degustationen. Der Kochtyp, wie

Vorgehen

Wir beproben über drei Jahre (2003-2005) total 65 Parzellen aus der Praxis. Die Parzellen umfassten die Sorten Bintje (typischerweise mehligkochend, Kochtyp C-B; Hebeisen *et al.* 2007), Agria (B-C), Victoria (B), Charlotte (B-A) und Lady Felicia (B-A). Der Stärkegehalt einzelner Knollen bestimmten wir indirekt anhand der Dichte mittels Unterwassergewichtswaage (Abb. 1). Dieser diente zur Einteilung der Knollen in Stärkeklassen (Klassenbreite: 1 % Stärkegehalt). Je sechs Personen beurteilten danach in Degustationen den Kochtyp jeder zweiten Stärkeklasse an zwei verschiedenen Tagen (2-4 Klassen pro Parzelle). Die Degustation entsprach weitgehend dem Vorgehen in den Sortenprüfungen (Winiger und Ludwig 1974). Zur besseren statistischen Auswertung ersetzten wir die Skala A bis D durch eine numerische Skala von 1 bis 7.

Parallel wurden die Knollen gerätetechnisch untersucht. Zu den erhobenen Daten gehörten (i) die Platzneigung der ungeschälten Knolle, (ii) der Durchdringwiderstand an der Kartoffelschale, (iii) der Durchdringwiderstand an der Kartoffelscheibe, (iv) die Feuchtigkeitsabgabe der gekochten Scheibe an ein Filterpapier, (v) die Rückextrusionskraft von gekochten Knollenstückchen und (vi) die Scheibenfestigkeit als Grad des Auseinanderfallens der Kartoffelscheibe beim Kochen. Weiter erhoben wir die relevanten Parameter zum Anbau. Die Werte wurden zur Analyse den Resultaten aus den Degustationen gegenübergestellt. Für die statistische Modellierung wurden die Parzellen zufällig in zwei unabhängige Hälften zur Kalibrierung, respektive zur Validierung, geteilt.

von den Wachstumsbedingungen. So kann es beispielsweise vorkommen, dass die normalerweise mehligkochende Sorte Bintje zu wenig mehlig ist, als dass sie sich für die Zubereitung von Kartoffelstock eignet. Umgekehrt kann die normalerweise festkochende Charlotte auch mal trocken und mehlig sein.

Dem Handel fehlte bisher die Möglichkeit, den Kochtyp an einzelnen Posten zu überprüfen. Eine dafür geeignete Methode muss einfach und zuverlässig sein und die Degustationen durch objektive Messmethoden ersetzen.

Als industrielle Routinekontrolle für den Kochtyp wurde bereits früher die wenig aufwändige Dichtebestimmung vorgeschlagen. Die Dichte von Knollen steht in einem engen Zusammenhang mit dem Trockensubstanz-(TS) und dem Stärkegehalt einer Knolle (Schippers 1976). Die Bedeutung des TS-Gehaltes für die verschiedenen Texturmerkmale wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt (Blahovec und Hejlova 2006; Bohler *et al.* 1986; Putz und Weber 2003). Studien, welche umfassend den Einfluss der Sorte, des Stärkegehaltes und der Herkunft auf die Kocheigenschaften von Kartoffeln untersuchen, sind nicht bekannt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es (i) den Zusammenhang zwischen Stärkegehalt und Kochtyp in mehreren bedeu-



Abb. 1. Dichtebestimmung einzelner Knollen mit der Unterwassergewichtswaage und Einteilung in Dichteklassen.

tenden Speisesorten und einem weiten Spektrum an Herkünften vertieft zu klären und (ii) eine Methode zur Bestimmung des Kochtyps einzelner Posten im Handel zu entwickeln.

Stärkegehalt variiert von Knolle zu Knolle

Der Stärkegehalt (abgeleitet von der Knollendichte) variierte nicht nur von Parzelle zu Parzelle, sondern auch zwischen Knollen innerhalb von Parzellen (Abb. 2). Üblicherweise lagen nur 50 % der Knollen einer Parzelle in einem Bereich von 2-3 Stärkegehaltsprozenten. Die Streuung, welche auch unter ein und der-

selben Staude beobachtet wird, kann mit der Entwicklungsphysiologie der Pflanze erklärt werden. Durch den Knollenansatz über eine längere Zeit besitzen nicht alle Knollen dasselbe physiologische Alter. Diese werden durch die Pflanze unterschiedlich mit Nährstoffen versorgt.

Sorte und Stärkegehalt bestimmen Textur

Die vier Kriterien Mehligkeit, Feuchtigkeit, Struktur und Zerkochen waren deutlich vom Stärkegehalt abhängig (Abb. 3). Ein Unterschied im Stärkegehalt von zwei Prozentpunkten bewirkte eine Veränderung von ungefähr

Abb. 2. Der Stärkegehalt einzelner Knollen umgerechnet aus der Knollendichte. Jeder Boxplot fasst eine Parzelle zusammen. Im Bereich des roten Balkens liegen 50% der Knollen.

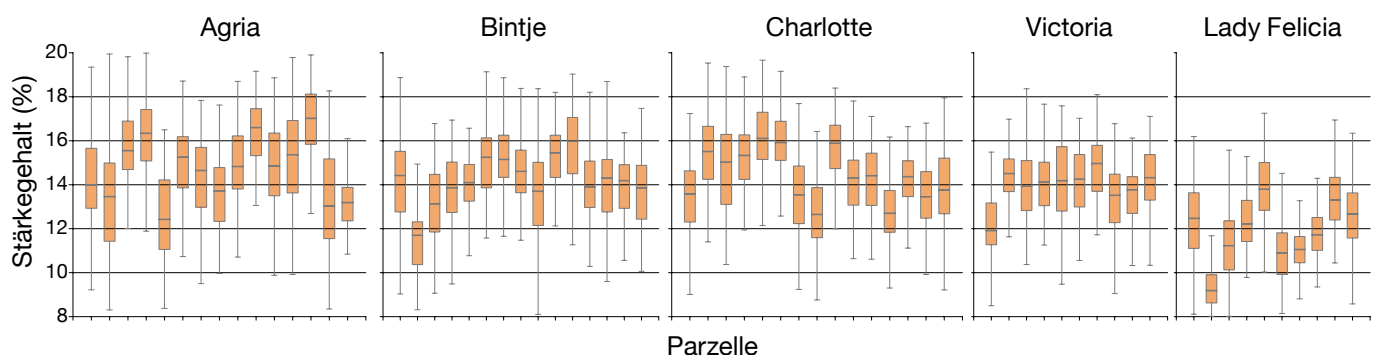
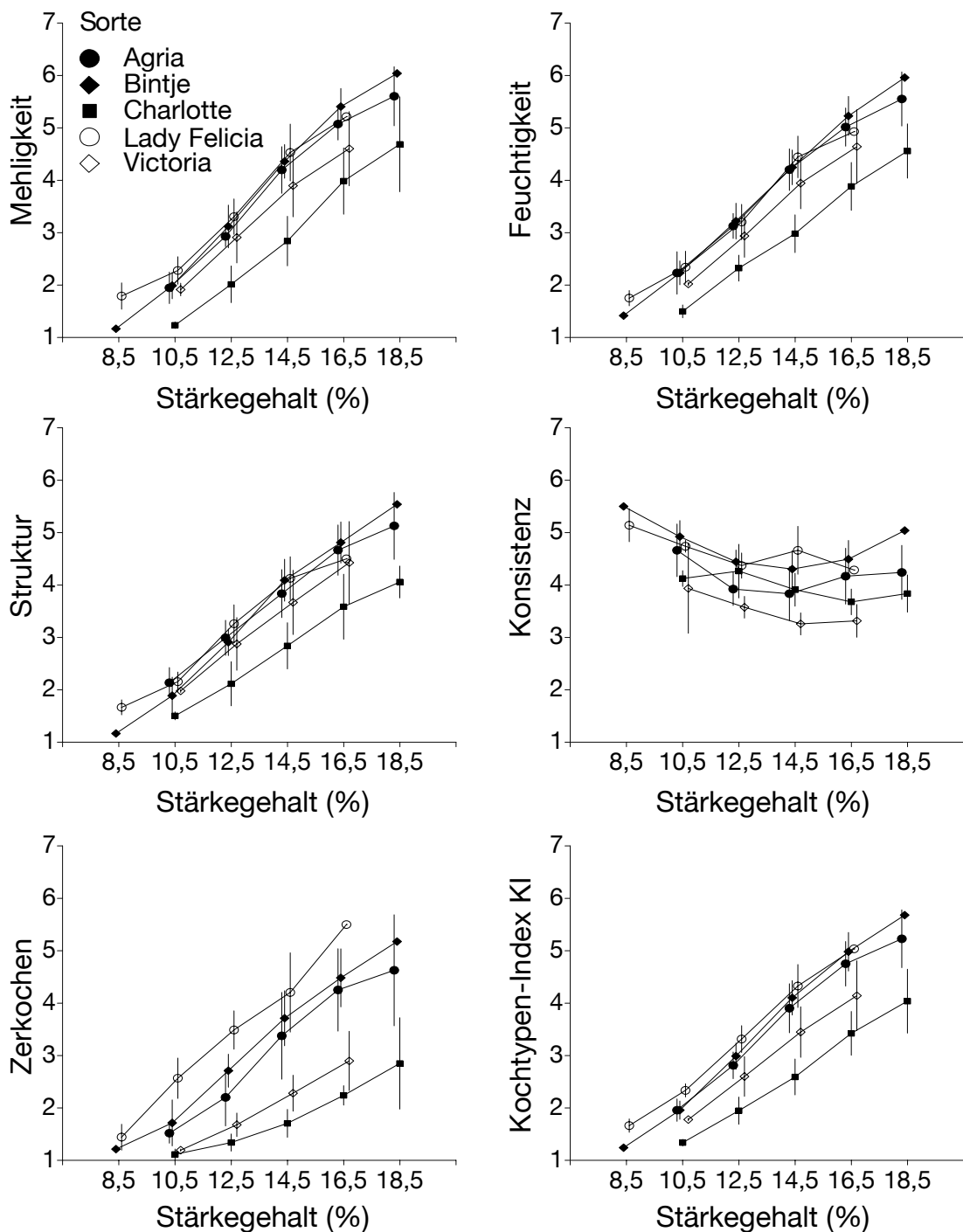


Abb. 3. Sensorische Bewertung gekochter Knollen in Abhängigkeit des Stärkegehaltes auf einer Skala von 1 bis 7.

- Mehligkeit: (1) nicht mehlig, (7) stark mehlig;
 - Feuchtigkeit: (1) feucht, (7) trocken;
 - Struktur: (1) fein, (7) grob;
 - Konsistenz: (1) fest, (7) weich;
 - Zerkochen: (1) ganz bleibend, (7) ganz zerkochend.
 Kochtypen-Index: Durchschnitt aus Mehligkeit, Feuchtigkeit, Struktur und Zerkochen.
 Senkrechte Linien: Standardabweichung.



einem Punkt auf der 7-Punkte-Skala, abhängig von der Sorte. Die drei Kriterien Mehligkeit, Feuchtigkeit und Struktur waren zudem auch untereinander abhängig ($r=0,96$ und $0,98$). Das Zerkochen korrelierte ebenfalls mit den oben genannten Kriterien, allerdings in einem geringeren Ausmass ($r=0,80$ – $0,83$). Das bedeutet, dass die vier Kriterien in

einem so genannten Kochtypen-Index KI (ungewichteter Mittelwert) zusammengefasst werden können, ohne dass wesentliche Information verloren geht.

Die Konsistenz hingegen beschreibt eine von den obigen Kriterien unabhängige Eigenschaft. Sie war kaum abhängig vom Stärkegehalt. Eine leicht weichere

Konsistenz stellten wir für Knollen mit extrem hohem oder tiefem Stärkegehalt fest. Insgesamt war die Konsistenz jedoch eher durch die Sorte bedingt und weniger durch die Umwelt.

Bedeutung der Merkmale im Handel

Je nach Verwendungszweck dürften der KI und die Konsis-

tenz von unterschiedlicher Bedeutung sein. Für die Kommunikation mit den Konsumenten ist die Vermittlung von beiden Eigenschaften zu komplex und entspricht nicht ihren Erwartungen. Für die sie steht wahrscheinlich der KI im Vordergrund. Die Konsistenz wird auch durch die Zubereitungsart und die Garzeit beeinflusst (Chia-varo *et al.* 2006). Ausserdem dürfte die Konsistenz bereits in der bisherigen Beschreibung des Kochtyps von den anderen vier Kriterien überlagert worden sein. Das zeigt die Rangfolge der fünf Sorten bezüglich des in Sortenprüfungen bestimmten Kochtyps. Sie entspricht derjenigen der Mehligkeit (Bintje > Agria > Victoria > Lady Felicia > Charlotte), jedoch nicht derjenigen der Konsistenz (Lady Felicia > Bintje > Agria > Charlotte > Victoria).

Bestimmung der Kocheigenschaften

Die enge Korrelation zwischen Dichte (Stärkegehalt) und KI deutet darauf hin, dass der KI über sortenspezifische Umrechnungsmodelle alleine aufgrund der Dichte bestimmt werden kann. Die Dichtebestimmung ist wenig aufwändig und wird bereits heute für Industriekartoffeln im Handel durchgeführt. Für die Bestimmung des KI müsste allerdings jede weitere Sorte einmalig kalibriert werden, beispielsweise im Rahmen der Sortenprüfung. Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Auswertung von zehn bis 15 Posten über einen Zeitraum von drei Jahren für eine Kalibrierung und eine Validierung ausreichen sollte. Voraussetzung ist allerdings, dass die Degustationen an Knollengruppen durchgeführt werden, welche vorgängig nach ihrer Dichte fraktioniert worden sind. Untersuchungen, in denen das nicht gemacht wurde, zeigen in der Regel nur einen schwachen Zusammenhang zwischen

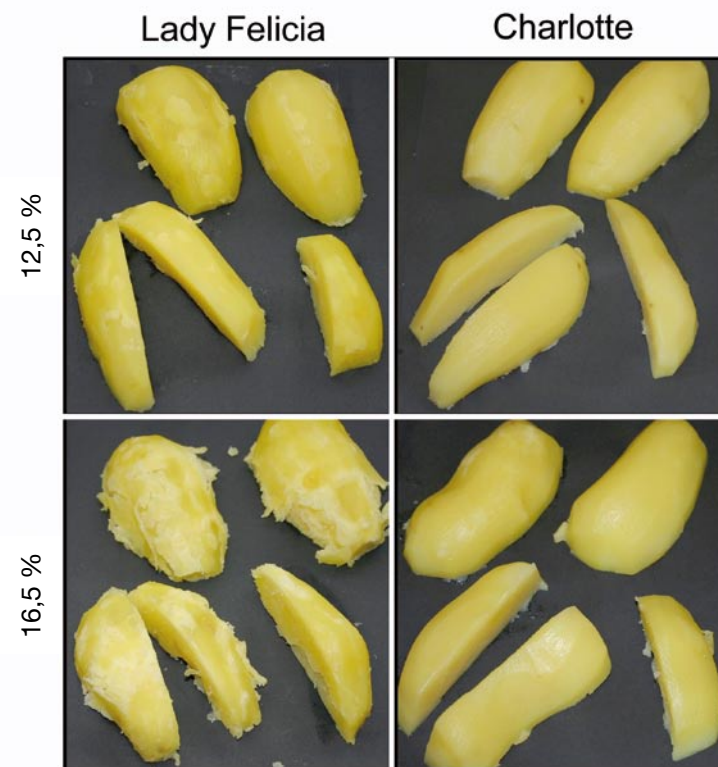


Abb. 4. Bei der Sorte Lady Felicia nimmt das Zerkochen mit steigendem Stärkegehalt stark zu, bei Charlotte weniger. Die Knollen derselben Sorte stammen aus derselben Parzelle.

Stärkegehalt und Textur (Putz und Weber 2003).

Sortenunabhängiges Modell

Idealerweise basiert eine Bestimmung des KI auf einem sortenunabhängigen Modell. Damit würde sich die Kalibrierung jeder Sorte erübrigen. Eine zuverlässige Voraussage erreichen wir mit den beiden Parametern Knollendichte und Zerkochen (Abb. 5). Das deutet darauf hin, dass mit einer Dichtebestimmung

und einer visuellen Beurteilung des Zerkochens an einem gegarten Knollennmuster der KI vorausgesagt werden kann, ohne dass zusätzliche Informationen zur Sorte nötig sind. Die Zuverlässigkeit der Methode hängt von der Zuverlässigkeit der Bonitur für das Zerkochen in der Praxis ab. Diese haben wir in der vorliegenden Studie nicht systematisch untersucht. In unseren Degustationen wurde das Zerkochen von allen Kriterien am zuverlässigsten beur-

Abb. 5. Validierung der statistischen Modelle zur Vorhersage des Kochtypen-Index KI. Links: Voraussage aufgrund der Knollendichte anhand sortenspezifischer Modelle; Rechts: Voraussage aufgrund der Knollendichte und des Zerkochens anhand eines sortenunabhängigen Modells.

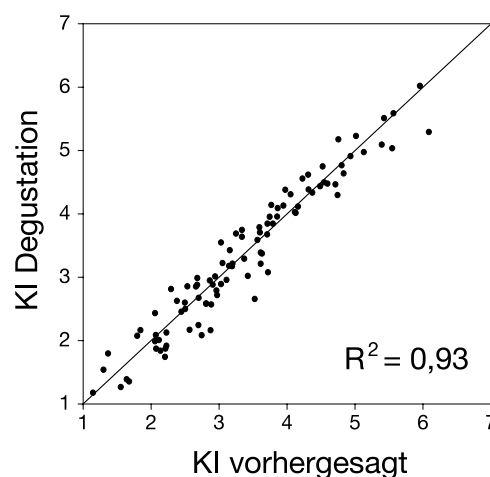
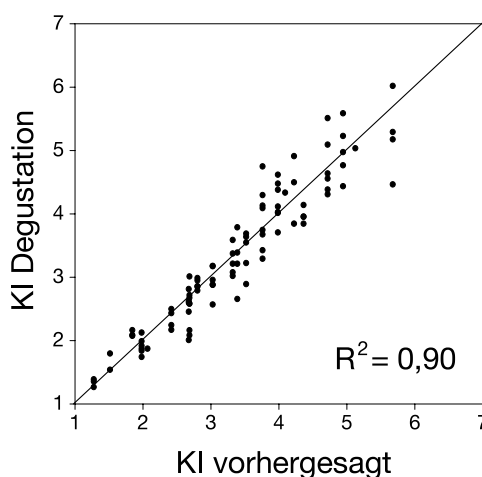
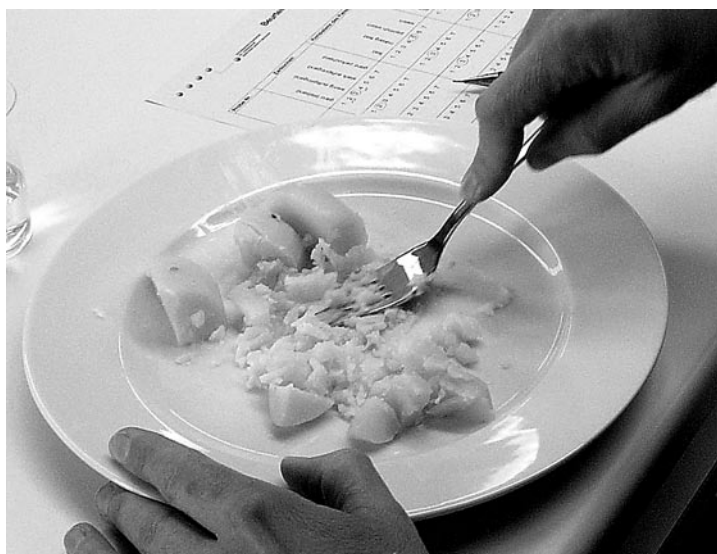


Abb. 6. Durch Zerdrücken mit der flachen Gabel wird die Mehligkeit bestimmt.



teilt. Das könnte daher rühren, dass es sich beim Zerkochen um das einzige Merkmal handelt, welches mit Hilfe von Referenzen (Bilder) beurteilt wurde. Alle andern Kriterien werden primär aus Erfahrung beurteilt. Wir gehen deshalb davon aus, dass für die Bonitur auch in der Praxis eine hohe Zuverlässigkeit erreicht werden kann, falls a) gutes Bildmaterial als Referenz zur Verfügung gestellt wird, b) eine genügend grosse Mischprobe geprüft wird (mind. 20 Knollen) und c) die Garung mit einem programmierbaren Drucksteamer durchgeführt wird. Die Bonitur ist somit bezüglich Anforderungen, Aufwand und Zeitbedarf in etwa vergleichbar mit dem Backtest wie er heute an Kartoffeln zur Herstellung von Frites und Chips durchgeführt wird. Eine schrittweise Umsetzung des Verfahrens ist angezeigt, um es für die Praxis zu optimieren und die Gültigkeit der Bewertung für weitere Sorten zu überprüfen. Mit zunehmender Erfahrung zu den Sorten sollte die Bonitur auf diejenigen Posten beschränkt werden können, welche aufgrund der Dichte in einem kritischen Bereich zu liegen kommen.

Gerätetechnische Messungen

Die Rückextrusionskraft, die Feuchtigkeitsabgabe und der Zerkochungsgrad zeigten einen engen Zusammenhang zu verschiedenen Texturmerkmalen (nicht gezeigt). Aufgrund der grossen Streuung der Werte wären allerdings viele Einzelmessungen nötig. Für eine Routineanalyse sind sie deshalb bezüglich Aufwand weniger geeignet als eine Dichtebestimmung und eine Bonitur von gekochten Knollen.

Sortieren nach Kochtyp

Entsprechend dem Stärkegehalt variieren auch die Kocheigenschaften innerhalb eines Postens. Die Sortierung eines Postens nach Knollendichte erhöht die Homogenität im Kochtyp deutlich. Es bestehen bereits Anlagen im Ausland zur Sortierung von Chips- und Frites-Kartoffeln nach Knollendichte etwa mittels Salzwasserbäder. Die Verfahren konnten sich jedoch insbesondere aufgrund der aufwändigen Wiederaufbereitung des Wassers nicht durchsetzen. Neuere Technologien wie etwa die optische Ausmessung der Knollen in Kombination mit einer Gewichtsbestimmung (Hoffmann, in Bearbeitung) oder die Nah-Infrarot-Spektroskopie

(Chen *et al.* 2005; Van Dijk *et al.* 2002) könnten mittelfristig eine Online-Erfassung der Knollendichte ermöglichen.

Verwendung der Warenpartie

Vorerst kann es jedoch lediglich darum gehen, den mittleren Kochtyp eines Postens anhand eines repräsentativen Musters einzuschätzen. Daraufhin kann die Ware einer entsprechenden Verwertung zugeführt werden. Doch was geschieht mit Partien, welche nicht dem vorgesehenen Kochtyp entsprechen? Der Geschmack und die Beliebtheit war nicht Gegenstand der Versuchsfrage und wurde nicht systematisch untersucht. Allerdings stellten wir wiederholt fest, dass zum Beispiel die Agria, wenn sie zu wenig Stärke aufweist, durchaus als qualitativ hochwertige festkochende Partie betrachtet werden kann. Umgekehrt wurde die typischerweise festkochende Charlotte bei sehr hohem Stärkegehalt häufig trocken, klebrig, gummig und damit qualitativ minderwertig.

Einfluss des Anbaus

Der Einfluss der Produktion wirkte sich vor allem über den Stärkegehalt auf den Kochtyp aus. Bei mehligkochenden Sorten sollte ein hoher, bei festkochenden Sorten ein eher tiefer Stärkegehalt angestrebt werden. Bekanntlich sind die Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung des Stärkegehalts durch anbautechnische Massnahmen beschränkt. Als Voraussetzung für einen hohen Stärkegehalt gelten eine lange Wachstumsdauer mit guter Abreife, eine gute Wasserversorgung, eine nicht zu hohe und nicht zu späte N-Versorgung und eine der Bodenversorgung angepasste K-Düngung (Hughes 1974). Eine Kalidüngung in Chloridform direkt zur Kultur hat einen negativen Einfluss auf den Stärkegehalt (Orlovius 2003). Bei festkochenden Sorten kann jedoch auf das teurere Kaliumsulfat verzichtet werden.

Literatur

- Blahovec J.O. & Hejlova A., 2006. Role of tuber density in potato sloughing. *Journal of Texture Studies* **37** (2), 165-178.
- Bohler G., Escher F. & Solms J., 1986. Evaluation of Cooking Quality of Potatoes Using Sensory and Instrumental Methods. 1. Sensory Evaluation. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* **19** (4), 338-343.
- Chen J.Y., Zhang H., Miao Y.L. & Matsunaga R., 2005. NIR measurement of specific gravity of potato. *Food Science and Technology Research* **11** (1), 26-31.
- Chiavaro E., Barbanti D., Vittadini E. & Massini R., 2006. The effect of different cooking methods on the instrumental quality of potatoes (cv. Agata). *Journal of Food Engineering* **77** (1), 169-178.
- Hebeisen T., Ballmer T., Musa T., Schwärzel R., Bertossa M. & Reust W., 2007. Schweizerische Sortenliste für Kartoffeln 2008. *Agrarforschung* **14** (11-12).
- Hughes J.C., 1974. Factors influencing the quality of ware potatoes. 2. Environmental factors. *Potato Research* **17**, 512-547.
- Orlovius K., 2003. Kali-Düngung auf die Verwertungsrichtung der Kartoffel ausrichten. *Kartoffelbau* (1/2), 44-47.
- Putz B. & Weber L., 2003. Bedeutung des Stärkegehalts für den Kochtyp. *Kartoffelbau* **54** (1/2), 62-64.
- Schippers P.A., 1976. Relationship between Specific Gravity and Percentage Dry-Matter in Potato-Tubers. *American Potato Journal* **53** (4), 111-122.
- Van Dijk C., Fischer M., Holm J., Beekhuizen J.G., Stolle-Smits T. & Boeriu C., 2002. Texture of cooked potatoes (*Solanum tuberosum*). 1. Relationships between dry matter content, sensory-perceived texture, and near-infrared spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50** (18), 5082-5088.
- Winiger F.A. & Ludwig J.W., 1974. Methoden der Qualitätsbeurteilung für den menschlichen Konsum. *Potato Research* **17**, 434-465.

RÉSUMÉ

Détermination des propriétés culinaires des pommes de terre dans le commerce

De plus en plus, les pommes de terre de consommation sont déclarées et vendues selon leurs propriétés culinaires (type culinaire) à l'aide d'un code de couleur. Le commerce se base pour cela sur le type culinaire caractéristique de la variété. Dès lors les quelques lots qui diffèrent des standards suite à des influences environnementales, provoquent le mécontentement de la clientèle. Un projet d'une durée de trois ans nous a conduits à examiner l'influence de la variété, de la densité du tubercule (resp. sa teneur en amidon) et l'origine du lot sur la qualité culinaire des pommes de terre puis à développer des moyens d'estimation de lots individuels. Le projet a été financé par l'agence pour la promotion de l'innovation CTI et par swisspatat. Des tubercules de cinq variétés provenant de 65 parcelles ont été classés selon leur densité en 192 fractions pour ensuite être soumis à une analyse sensorielle et un examen instrumental.

La densité, de même que les propriétés culinaires, présentaient de nettes différences, non seulement entre les parcelles, mais aussi à l'intérieur d'une même parcelle. La détermination des propriétés culinaires est essentiellement fondée sur les deux facteurs: variété et densité du tubercule. Les résultats indiquent qu'il est également possible de déterminer les propriétés culinaires importantes, sans autres connaissances préalables de la variété, en combinant l'analyse de la densité et une appréciation visuelle du délitement. Ces résultats contribuent à encore améliorer la mise en valeur des lots de pommes de terre.

SUMMARY

Routine prediction of potato cooking quality

Information on the cooking quality of fresh potatoes is of increased importance to consumers. Usually information is based on characteristics typical for a specific variety. However, single potato lots that do not meet the expected cooking type due to differences in growth conditions may lead to discontent customers. In a three year project, we further investigated the relationship between variety, tuber density (i.e. starch content) and growth conditions with respect to the cooking quality. We also developed methods to predict the cooking quality of single lots. The project was supported by the Swiss Innovation Promotion Agency CTI and by swisspatat. Potato tubers from 65 lots were divided into 192 fractions according to their density and subsequently evaluated with respect to their sensory-perceived cooking quality. Tuber density and the cooking quality varied significantly not only between but also within tuber lots. Cooking quality depended to a high degree on the variety and the tuber density. The results further suggest that the cooking quality can be predicted just by the tuber density and a visual rating of potato sloughing without the need of further information about the variety. The results contribute to a further optimised utilisation of individual potato lots.

Key Words: potato, quality, cooking type, tuber specific gravity